

BLYNK -IoT Sunucusu kullanan Yapay Zeka tabanlı E-ATM Güvenlik ve Gözetim Sistemi

Nagabushanam M
ECE Bölümü M.S.Ramaiah

Teknoloji Enstitüsü
Belagavi, Hindistan
nagabhushanam@msrit.edu

Jeevanandham S
Bilgi İşlem Departmanı
KGiSL Teknoloji Enstitüsü
Coimbatore, Hindistan
jeevanandham.s@kgkite.ac.in

Ramalingam S
ECE Bölümü
Sri Eshwar Mühendislik Koleji
Coimbatore, Hindistan
ramece74@gmail.com

Baskaran K
EEE Bölümü
Alagappa Chettiar Devlet Mühendislik ve Teknoloji
Koleji, Karaikudi, Hindistan
drbaskaran@gct.ac.in

Maheshwari A
ECE Bölümü M.Kumarasamy
Mühendislik Fakültesi
Karur, Hindistan
majmahi28@gmail.com

Özet- Son yıllarda, ATM hırsızlığı ve soygunu ATM tesislerinde önemli bir sorun haline gelmiştir. Önerilen çalışmanın birincil amacı ATM hırsızlığını önlemek ve güvenliği sağlamaktır. Mevcut güvenlik sistemleri alarm sistemlerini ve güvenlik kameralarını yeterince korumamaktadır. Bu projenin temel amacı, güvenlik sistemini güçlendirmek için ESP32 platformundan ve Blynk IoT'den yararlanmaktır. Bu projede ATM titrestğinde kapı anında kapanacak, BLYNK IoT uygulaması aracılığıyla uyarı verilerini iletecek ve IoT cihazı çevreyi bilgilendirmek ve tüm verileri yüklemek için sesli bir sinyal gönderecektir. Zili ve kloroformu sık sık etkinleştirmek için, BLYNK uygulamasını kullanan özel bir Android uygulaması, mikrodenetleyiciye göndermeden önce komutun kodunu çözer. Cihaz ile IoT platformu arasındaki bağlantıyı kurmak için Esp32 kullanılmıştır. Yukarıdaki güvenlik unsurları söz konusu olduğunda, dijital akıllı güvenlik sistemleri, güvenlik sorularına net yanıtlar sağlayan özel bir füzyon türüdür. Sistem başarılı bir şekilde uygulandığında, hedeflere sapma olmadan ulaşılır. Bu proje, koruyucu özellikleri nedeniyle çok fazla potansiyele sahiptir. Önerilen akıllı IoT güvenlik sistemi farklı gerçek zamanlı uygulamalarda kullanılmıştır.

olarak tanımlamak için GSM teknolojisini kullanmak da dahil olmak üzere hızlı hareket etmenin ve kayıpları en aza indirmenin yollarını önermektedir. Bu nedenle,

Anahtar Kelimeler- Akıllı ATM Güvenliği, esp32, Blynk IoT Uygulaması, GPS ve Gözetim sistemi.

I. GİRİŞ

ATM'ler modern toplumda önemli bir cihaz haline gelmiştir. Kullanıcılar bu özelliği kullanarak istedikleri zaman onaylı hesaplarından para çekebilirler. Bazı ATM'ler bölgenin dışında yer almaktadır. Hırsızlık ve soygun, ATM merkezlerinde en sık karşılaşılan sorunlardır. ATM uygulamaları, çok sayıda güvenlik kamerası ve güvenlik alarm sisteminin geliştirilmesine neden olmuştur. Sonuç olarak, bilgisayarlı güvenlik sistemleri hırsızlığı caydırmak için gereklidir [1]. Otomasyon ve fiziksel çoğalma arasındaki ilişkiyle ters orantılı olarak hırsızlıklardaki artış, bankacılık personelindeki azalmayı telafi etmektedir. Soygun, finansal kurumlardaki suçların çok yüksek bir oranını (%90'ın üzerinde) oluşturmaktadır ve ATM suçları, harici ATM'lerin genişlemesi ve sürekli maruz kalması nedeniyle artmaktadır [2]. Bu nedenle, bu çalışma, bir hırsızlık durumunda ATM kimliklerini gerçek zamanlı

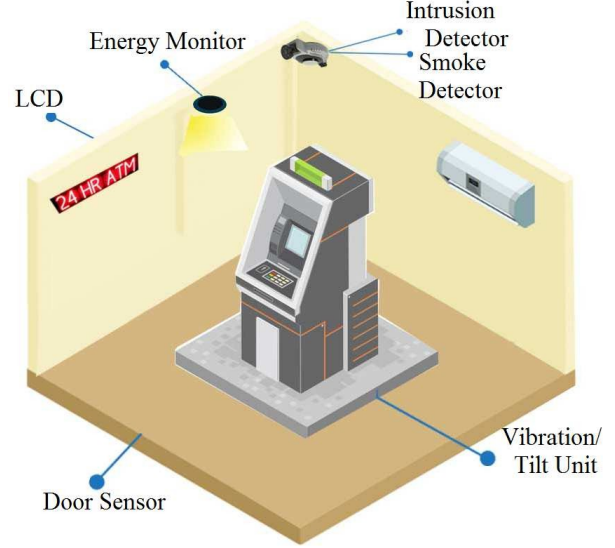
olarak tanımlamak için GSM teknolojisini kullanmak da dahil olmak üzere hızlı hareket etmenin ve kayıpları en aza indirmenin yollarını önermektedir. Bu nedenle,

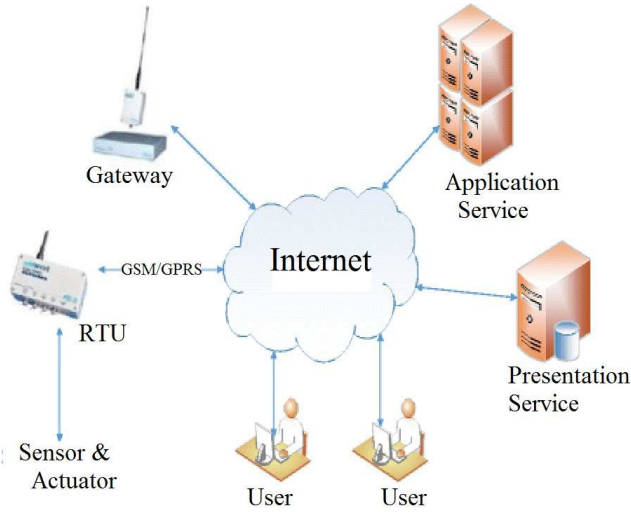
ATM sistemlerini korumak için güvenlik ve izleme sistemleri güçlendirilmelidir. En yakın polis karakoluna ve bankacılık sektörüne bilgi bildirmek için IoT teknolojisini kullanır. CCTV kameraları uzun zamandır video çekmek için kullanılmaktadır. Hırsızlığı önlemek ve ATM merkezlerini günün her saati izlemek için kullanılır [3].

Şekil 1. ATM güvenlik sistemi

A. ATM İzleme Sistemi

ATM'ler artık müşteriler ve finansal sistem arasındaki olumlu etkileşimleri kolaylaştırmak için kritik öneme sahiptir. Kırsal alanlardaki ve otoyollardaki ATM'ler hırsızlığa karşı savunmasızdır, ancak bankalar siber suç kayıplarını rapor etmemektedir. Gece yağmalama olaylarındaki artış ATM lokasyonlarında önemli bir sosyal sorundur. Şekil 1, ilgili ATM'lerde güvenliği artırmak ve soygunları takip etmek için uygulanan gözetim ve güvenlik sistemlerini göstermektedir. Şekil 2'de önerilen bir çevrimiçi ATM gözetim sistemi gösterilmektedir. ATM merkezleri entegre sensör tabanlı güvenlik sistemleri ile donatılmıştır. Bir güvenlik sistemi algılama, hesaplama, iletişim ve gözetim birimlerinden oluşur [4].





Şekil 2. IoT ATM güvenlik sistemi

II. LİTERATÜR TARAMASI

İnsanlar 2.000 yılı aşkın süredir kilit ve anahtar kullanmaktadır. Güvenlik nedenleriyle güvenlik sistemimizi güncelledik. Son zamanlarda IoT teknolojisi gelişti ve kablosuz iletişim kilitleme sisteminin yerini aldı. Klavye üzerindeki Numara Kilidi mekanizması çok önemlidir. Sistem anahtarı yerine bir şifre ve PIN kullanarak sistemi kilitleyin. Ancak şifrenin çalınması veya unutulması ihtimali ya da elektrik kesintisi sırasında kapının kilidinin açılmaması gibi birçok sorun vardır. Bir bireyi tanımlamak için bir kişi hakkındaki bilgileri kullanan güvenlik sistemlerine biyometrik sistemler denir. Güvenlik nedenleriyle yüz tanıma, parmak izi kimlik doğrulama ve iris/retina kimlik doğrulama gibi biyometrik kimlik doğrulama sistemleri kullanılmaktadır [5].

Günümüzde güvenlik ve kimlik doğrulama, elektronik kilitleme mekanizmaları kullanılarak geliştirilmektedir. GSM ve Bluetooth iletişimi, şifrelenmiş güvenli bir akıllı kilit sistemi tarafından desteklenmektedir. Akıllı telefonlar, arama ve kısa mesaj yapma ve almanın yanı sıra, artık birçok kullanım için mükemmeldir. Mobil iletişim sistemleri ve dahili uygulamalar, bankacılık ve diğer birçok amaç için gerçek zamanlı olarak sesli yapıları uzaktan kontrol etmek için kullanılabilir [6]. Önerilen sistemimiz, sesli komutlarla uzaktan çalıştırılabilir noktaya kadar geliştirilmiştir. Bu özelliğin entegre edilmesi, makinelerimizi sınırlı bir bütçeyle çok kullanışlı ve verimli hale getirmektedir. Bu muhtemelen en verimli enerji tasarrufu tekniğidir. Yukarıdaki hedeflere ulaşmak için birçok strateji geliştirilmiştir [7].

Bir ATM tasarlayın. Banka tarafından sağlanan ATM'lerden müşteri memnuniyeti "Müşteri Memnuniyeti ATM'si"nin ana temasıdır ve aynı zamanda hizmetleri iyileştirmenin yollarını da önermektedir. Yazarlar, diğer hususların yanı sıra, çok sayıda binanın görünürlüğünün artırılmasını ve günlük nakit çekme limitinin sıkılaştırılmasını önermektedir. İkinci sırada makbuzların kalitesi, birinci sırada ise 24 saat erişim vardı [8]. S. Sisat ve diğerleri (2014) Kart ve döviz dolandırıcılığı, mantıksal saldırılar ve fiziksel saldırılar olmak üzere üç kategoride sınıflandırılmıştır: ATM makineleri (ATM) ve "Güvenli Otomatik Vezne Makineleri ve Nakit Para Yatırma Makineleri

(CDM)" sınıflandırmasıdır. Döviz kuru düzenlemesi nedeniyle, ATM'ler geliştirilirken banknot güvenliği göz önünde bulundurulmalıdır. Bu rapor büyük miktarda veri ile desteklenmemektedir ve daha çok teoriktir [9].

S. Fleck ve W. Straber ve onların çoğunlukla akıllı kamera tabanlı ev gözetleme sistemleri. Batı toplumu hızla yaşıyor. Mahremiyet bilincine sahip yaşlılar için 7/24 otomatik izleme sağlamak zor olacaktır. Havaalanları, devlet kurumları ve ticari binalardaki geleneksel gözetim uygulamalarına ek olarak, bu yeni bildirilen video gözetim uygulamaları için tipik bir uygulamadır. Analiz, mevcut gözetim sisteminde üç kusuru olduğunu gösteriyor. GSM tabanlı bir ATM gözetim ve güvenlik sistemi kayıtlarda açıklanmıştır [10-13]. Bu çalışmada, güvenli bir sistem oluşturmak için PIC ve GSM mikrodeneleyicileri kullandık. Bir hırsızlık durumunda güvenlik personeli ve bankacılık sektörünü uyarır. Video, gün boyunca dijital bir kamera tarafından sürekli olarak izlenir ve kaydedilir. CCTV kontrol odaları büyük miktarda video depolar. Ancak videoları gece izlemek çok zordur.

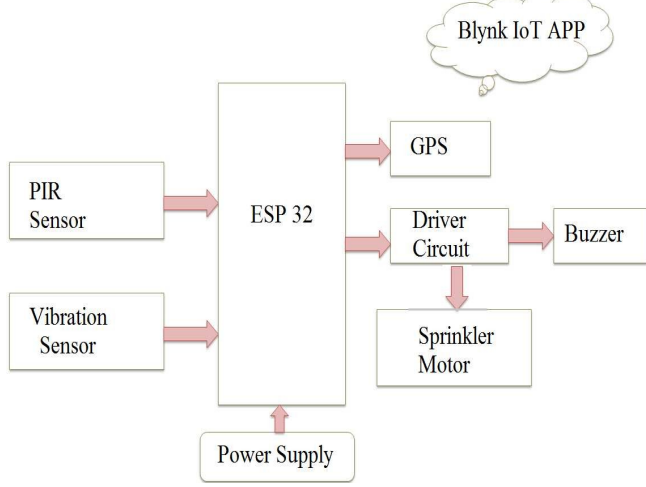
Ramalingam ve arkadaşları çeşitli uygulamalar için Blynk IoT sunucu tabanlı verimli veri iletim yöntemini önermişlerdir [14-17]. Venkatramanan ve Ramalingam tarafından akıllı bir Nesnelerin İnterneti (IoT) cihazı oluşturmak için bir kablosuz sensör ağı ve Blynk kullanılmıştır. Bu akıllı Nesnelerin İnterneti cihazı veri toplamak ve buluta göndermek için kullanılmıştır [18]. Bu IoT donanım tasarımını bir temel olarak kullanarak, kayıp kişi dedektörleri için düşük maliyetli bir akıllı cihaz oluşturuyoruz. LDPC kod çözücü kullanılarak akıllı bir kablosuz iletişim yöntemi geliştirilmiştir [19, 20].

III. ÖNERİLEN YÖNTEM

Konsept, toplumda halihazırda kullanılmakta olan teknolojinin eksikliklerini gidererek ATM hırsızlığını caydırmayı amaçlamaktadır. Önerilen güvenlik sistemi ESP32, titreşim sensörleri ve Blynk IoT platformu kullanılarak oluşturulmuştur. Titreşim sensörleri, soygunlar ve hırsızlıklar sırasında ATM'lerin içindeki titreşim seviyelerini ölçmek için kullanılır. Bu sensör, titreşim verilerini algılama için ESP32'ye gerçek zamanlı olarak iletir. Mikrodeneleyici Blynk sunucusu ile iletişim kurar. BLYNK IoT Android uygulaması özellikle ATM güvenlik uygulamaları için tasarlanmıştır. Bir titreşim sensörü, titreşimin gücünü algılar ve hırsız ATM'ye girmeye çalışırken bunu mikrodeneleyiciye gönderir. Titreşim seviyeleri aşırı seviyelere ulaştığında, cihaz ATM'leri anında kapatır ve yakındaki konumları uyarır. Kapı step motor tarafından tahrik edilir.

Bir röle döngüsü fiskiyesi hırsız kloroform gazı püskürterek onu bayıltır. Kontrol Ünitesinden ilgili taraflara internet üzerinden bildirimler gönderilir. Sadece banka çalışanları kapıyı açmak için kodu girebilir. Bu, hırsızlığı tespit eder ve failerin yakalanmasını kolaylaştırır. ATM uygulamaları, IoT odaklı bir güvenlik izleme sistemi sayesinde güvenlidir. Akıllı sistemler oluşturmak için yazılım ve donanım bileşenlerini kullanın. Donanım bir GPS, PIR, ADXL337, güç kaynağı devresi ve ESP32 içerir. Titreşim sensörleri, ATM sistemi zorla açılmaya çalışılırsa veya hasar görürse analog bir çıkış iletir. Titreşim sensörünün analog değeri standart limitten fazla olduğunda, ATM kapısı

anında kapanır ve en yakın polis departmanına ve güvenlik personeline bir acil durum uyarısı gönderilir. ATM kapıları hırsızlığı önlemek için kilitlenir. BLYNK Android Uygulaması güvenlik ile oluşturulmuştur.



Şekil 3. Önerilen blok diyagramı

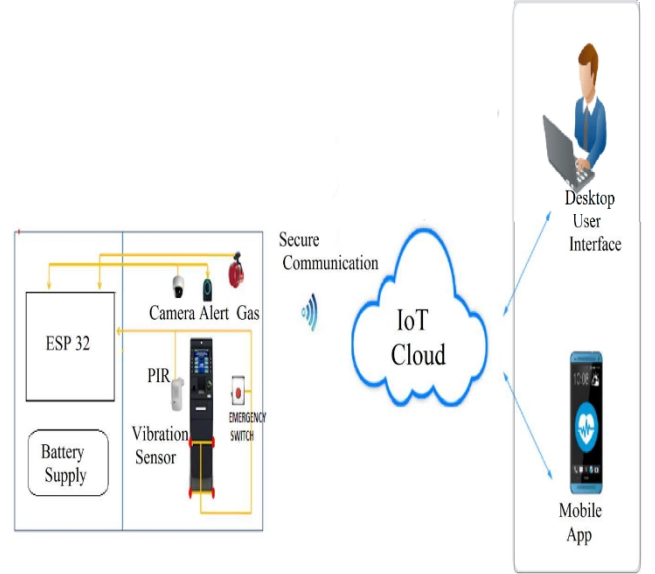
Mikrodenetleyici, sensör web kamerasının 10-12 metre yakınında birinin hareket ettiğini algıladığında, sürekli fotoğraf çekmek için esp32 kamerayı etkinleştirir. Şu anda geliştirilmekte olan benzersiz bir özellik, seri bir protokol kullanarak IoT tabanlı uyarı bildirimidir. Önerilen çevrimiçi tabanlı bir güvenlik sistemi, şüpheli etkinlik tespit edildiğinde yetkili güvenlik personeli ve banka güvenlik departmanlarını uyararak ve mağdurların hızla savunulmasını sağlayan titreşim sensörlerini içerir. Bu IoT aygıtı bağımsız, sürekli ve güvenli bir izleme sistemidir

A. Sistem Mimarisi

Bir koruma sistemi, kilit bir bileşen olarak otomasyon gerektirir. Güvenlik sistemlerinin tasarımı ve uygulanması bu projenin hedefidir. Sistem, IoT özellikli mobil akıllı telefonlar aracılığıyla uzaktan kontrole izin vermektedir. Bildiğiniz gibi, son üç yıldır tüketiciler bankacılık ihtiyaçlarını verimli bir şekilde karşılamak için ATM olarak da bilinen ATM makinelerine güveniyorlar. ATM tabanlı güvenlik uyarı programlarının tasarımı ve uygulanması büyük ölçüde çevrede meydana gelen gerçek olayların gözlemlenmesine dayanmaktadır. Önerilen yüksek teknoloji güvenlik sistemi, ATM'leri çalmaya çalışan hırsızların yakalanmasına yardımcı olacaktır. ATM güvenlik sisteminin Nesnelerin İnterneti tabanlı mimarisi Şekil 4'te gösterilmektedir.

Blynk uygulaması, GPS tarafından iletilen ATM konumlarını görüntüleyebilir. BLYNK uygulamasını kullanarak, esp32 güvenlik kamerası videoyu gerçek zamanlı olarak yetkili alıcılara iletir. Telefonunuz izlenen bir güvenlik uygulaması ile yüklüdür. Ayrıca uyarı sistemleri veya kloroform gazı gibi belirli cihazları açabilir veya kapatabilirsiniz. Adı "kontrol ünitesi". Blynk adlı bir tasarım programı Android cihazlara önceden yüklenmiş olarak gelir. Blynk uygulaması esp32 ile iletişim kurar ve uyarı mesajlarını internet üzerinden gönderir. Yetkili kişi

blynk uygulamasını kullanarak şifreyi onayladıktan sonra ATM kapısının kilidini açın veya bir kez daha açın.



Şekil 4. Önerilen sistemin mimarisi

B. PIR Sensörü

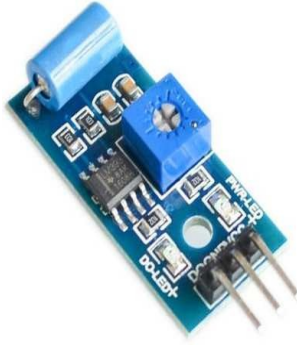
Pasif kızılötesi sensörler PIR'dir. ATM merkezleri insan hareketlerini tanıyabilir. Sensör üzerindeki 3.3V çalışma voltajı ESP32'ye dijital bir sinyal gönderir. Pin D1 bu sensörün bağlandığı yerdir. Herhangi bir hareketi ilgili taraflara bildirir. Bu sensör ATM'nin arkasına yerleştirilmiştir. Şekil 5 PIR sensörünü göstermektedir.



Şekil 5. PIR sensörü

C. Titreşim Sensörü

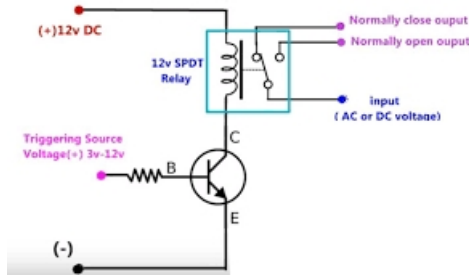
ATM'deki titreşim seviyeleri titreşim sensörleri kullanılarak izlenir. Bir eşik üzerinde titreşim olup olmadığını belirlemek için titreşim modülü bir karşılaştırmacı LM393 ve bir SW-420 kullanır. Eşik, yerleşik potansiyometreler kullanılarak ayarlanabilir. Bu modülün çıkış mantığı, herhangi bir eylem olmadığında LED'in açık olduğunu gösteren düşük seviyeli bir sinyal verir ve bunun tersi de geçerlidir. Bir soygun gerçekleştiğinde, sistem ATM'den gelen titreşimleri tespit etmek için titreşim sensörleri (piezoelektrik sensörler) kullanır. Şekil 6'da Titreşim Sensörü gösterilmektedir.



Şekil 6. Titreşim Sensörü Titreşim Sensörü

D. Röle devresi

Röle devreleri ATM sprinkler ve uyarı sistemlerini çalıştırır. ESP32 D5 ve D6 iki röle devresini birbirine bağlar. Mikrodenetleyici, bir olay veya titreşim meydana geldiğinde otomatik olarak sprinkler motorunu ve buzzer'ı açar. Sprinkler, röleler ve zillerin tümü 12 volt ile çalışır. Şekil 7 röle devresini göstermektedir.



Şekil 7. Uyarı sistemi için sürücü devresi

E. ESP32 AI kamera

Bir web sunucusu görüntüleri ve videoları sürekli olarak izler ve bu verileri esp32 kamera kullanarak yetkili personele iletir Şekil 8'de gösterilmiştir. Tanımlanan IP adresini programlamak için gömülü C dili kullanılır. ATM sisteminin resimlerini ve videolarını görüntülemek için IP adresini ve URL'yi girin.



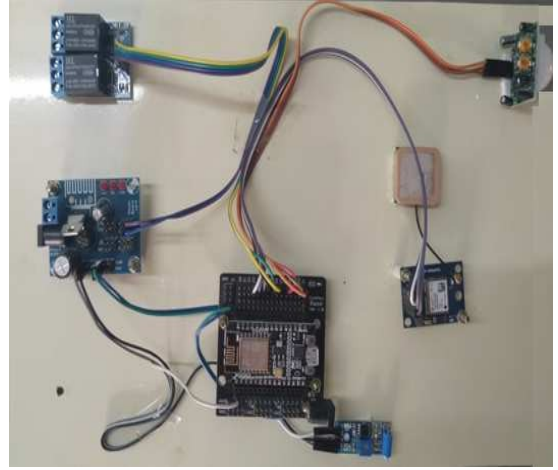
Şekil 8. ESP32 kamera

F. Blynk IoT

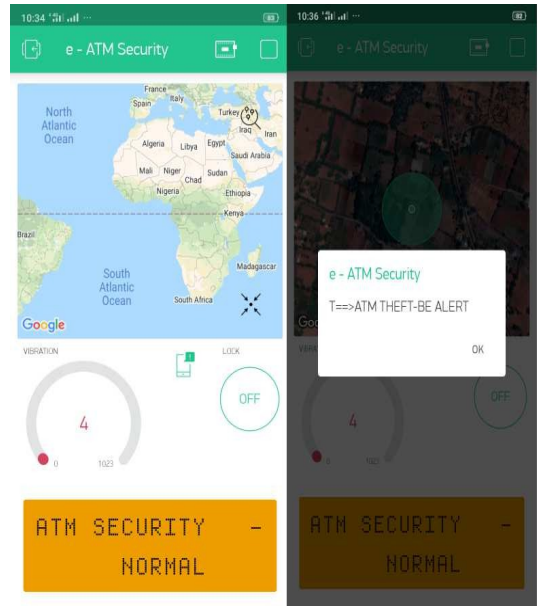
ATM güvenliği için IoT tabanlı yeni bir uygulama tasarlanmıştır. Önerilen donanım bileşenleri Wi-Fi aygıtları aracılığıyla IoT'ye bağlanır. Blynk IoT sunucusu, donanım çıkış davranışını ve olayları gerçek zamanlı olarak izler. IoT kapı kilitlerini çalıştırmak için kullanılır. Blynk I o T platformu Şekil 8'de gösterilmektedir.

IV. SONUÇ ANALİZİ

Bu projede IoT kullanılarak yeni bir akıllı güvenlik sistemi geliştirilmiştir. Sensör esp32 ile arayüzlenir ve gerçek zamanlı verileri Cloud'a gönderir. Herhangi bir olay veya hırsızlık meydana gelirse, uyarı sistemini IoT uygulaması aracılığıyla yetkili kişiye otomatik olarak gönderir. ATM merkezinin yerini bulmak için GPS kullanılmıştır. Esp32 kamera, görüntüyü veya videoyu yetkili bir kişiye iletir. Wi-Fi bağlantısı için ideal sensörleri ve rayları seçmeden önce uygulamayı ve problem tanımını anlamak önemlidir. Donanım biriminin uygulanmasının sonucu Şekil 9'da gösterilmiştir.

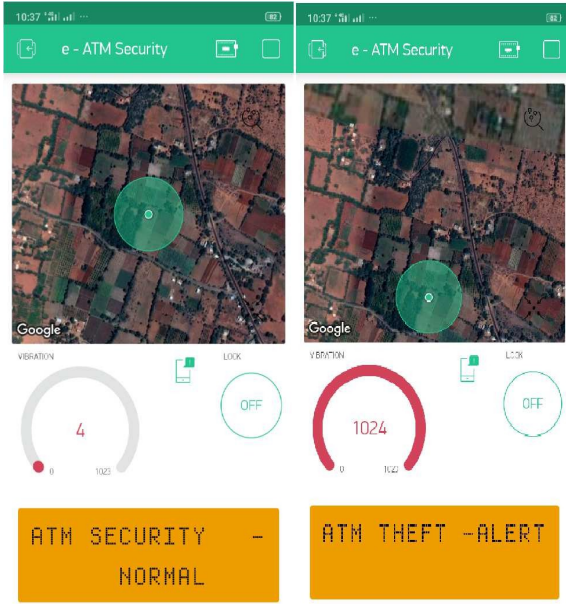


Şekil 9. Donanım Modülü Uygulanan Donanım Modülü



Şekil 10. IoT Uygulaması Kullanılarak ATM Hırsızlığı Uyarısı

Şekil 10 ve 11, ATM sistemi için IoT tabanlı çevrimiçi güvenlik ve gözetim sonuçlarını göstermektedir. ATM güvenlik uygulaması için özel bir Blynk Android uygulaması oluşturuldu. Bu program ATM merkezlerini günün her saati izlemek için kullanılır.



Şekil 11. e-ATM için IoT Mobil Uygulama sonucu.

V. SONUÇ

Sunulan e-ATM güvenlik sistemi ATM güvenlik uygulamalarına hizmet edecektir. Bu proje ATM hırsızlığını izleme ve tespit etme yeteneğine sahiptir. GPS, titreşim sensörleri ve esp32 geliştirme donanımı önerilmektedir. ATM güvenlik sistemleri için modern bir akıllı güvenlik cihazı tanıtılmıştır. Bu cihazda, algılama elemanları ATM ünitesi ile arayüzlenir. Herhangi bir olay meydana gelirse, IoT Blynk Sunucusunu kullanarak en yakın polis karakoluna, banka sektörüne ve güvenlik personeline otomatik olarak uyarı mesajı gönderir. GPS takip cihazı ATM'nin konumunu sürekli olarak yetkili kişi ile paylaşır. Esp2 AI kamera, görüntü ve videoyu sürekli olarak bulut sunucusuna gönderir. Önerdiğimiz donanım, gerçek zamanlı güvenlik uygulamaları için hem güvenilir hem de uygun maliyetlidir. Gelecekteki çalışmalarda, ATM güvenliğini artırmak için yapay zeka tabanlı algoritmalar ve yeni IoT protokolleri önerilecektir.

REFERANSLAR

- [1]. P.K. Amurthy ve M.S. Reddy (2012), "Implementation of ATM Security by Using Fingerprintrecognition and GSM", International Journal ofElectronics Communication and ComputerEngineering vol.3, no. 1, pp. 83-86,.
- [2]. B. M. Nelligani, N. V. U. Reddy ve N. Awasti, "Smart ATM security system using FPR, GSM, GPS," 2016 International Conference on Inventive ComputationTechnologies (ICICT), Coimbatore, 2016.
- [3]. Ankit Anil Agarwal, Saurabh Kumar, Sultania,Gourav Jaiswal, Prateek Jain (2011), "RFID Tabanlı ATM güvenliği geliştirildi".
- [4]. B.Sivakumar, P.Gunasekaran, T.Selvaprabhu, P.Kumaran, D.Anandan, "Sulama Alanı Otomatik Sisteminde Kablosuz Sensör Ağı Uygulaması", IjctaJan-Feb2012.
- [5]. C. Bahlmann, Y. Zhu, Y. Ramesh, M. Pellkofer, T. Koehle, Renk, şekil ve hareket bilgilerini kullanarak trafik işareti algılama, izleme ve tanıma için bir sistem. IEEE Akıllı Araçlar Sempozyumu, Bildiriler, 2005, s. 255-260.
- [6]. Joaquin Gutierrez, Juan Francisco Villa-Medina, Alejandra Nieto- Garibay ve Miguel NGEL PortaGndara,

"Automated Irrigation System Using A Wireless Sensor Network And Gprs Module",IEEE Transactions On Instrumentation And Measurement, Vol. 63, No.1, January2014.

- [7]. K.Prathyusha, M. Chaitanya Suman, "Design of Embedded Systems for the Automation of Drip Irrigation, "International Journal of Application or Innovation in Engineering Management (Ijaiem) Volume 1, Issue 2, October 2012.
- [8]. Liai Gao, Meng Zhang, Geng Chen, "An Intelligent Irrigation System Based On Wireless Sensor Network and Fuzzy Control, "Journal of Networks, Vol. 8, No. 5, May2013.
- [9]. Orazio Mirabella, Senior Member, IEEE, and Michele Brischetto, "A Hybrid Wired/Wireless Networking Infrastructure for Greenhouse Management," IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, Vol.60, No.2, February 2011.
- [10]. Sathiyabama P, Lakshmi Priya C, Ramesh Sm, PreethiB, Mohanaarasi M, "Toprak Nem Sensörü Kullanarak Farklı Ürünlerle Sulama Alanı İçin Gömülü Sistem Tasarımı, " I nternational Journal Of Innovative Research In Computer And Communication Engineering Vol. 2, Issue 8, August2014.
- [11]. Vimal.p, Priyanka.V, Rajyasree.M, Santhiya Devi.P.T, Jagadeeshraja. M, Suthanthira Vanitha.N, "A Novel Approach for Automatic Irrigation and Fustigation Using Embedded System," International Journal of VLSI and Embedded Systems-IjvesVol05, Article 03257; March2014.
- [12]. JohnAdrian Shepherd-Barron, İngiliz mucit (1960), "Bankamatik Otomatik Vezne Makinesi veya ATM'nin geliştirilmesi".
- [13]. T.N.S.Pallavadhar, V.Srinivas, ATM Security using GSM and Fingerprint with Authorized Permission for Transaction, International Journal of Emerging Engineering Research and Technology Volume 3, Issue 11, November 2015.
- [14]. S. Murugesan, S. Ramalingam, P. Kanimozhi, WSN ve IOT kullanarak temiz çevre için akıllı atık yönetim sisteminin teorik modellemesi ve üretimi, Materials Today: Bildiriler, Cilt 45, Bölüm 2, 2021, Sayfa 1908-1913,
- [15]. S. Ramalingam, K. Baskaran ve D. Kalaiarasan, "BLYNK Sunucusu ile Raspberry Pi Kullanarak IoT Özellikli Akıllı Endüstriyel Kirlilik İzleme ve Kontrol Sistemi," 2019 Uluslararası İletişim ve Elektronik S i s t e m l e r Konferansı (ICCES), 2019, s. 2030-2034, doi: 10.1109/ICCES45898.2019.9002430.
- [16]. Shanmugam, R, Kaliaperumal, B. Kablosuz algılayıcı ağı için enerji verimli bir kümeleme ve çapraz katman tabanlı fırsatçı yönlendirme protokolü (CORP). Int J Commun Syst. 2021; 34:e4752. <https://doi.org/10.1002/dac.4752>
- [17]. Venkataramanan, C., Ramalingam, S. ve Manikandan, A. 'LWBA: Kablosuz Sensör Ağlarında Hassas Tarım için Lévy-walk Bat Algoritması Tabanlı Veri Tahmini'. 1 Ocak 2021 : 2891 - 2904.
- [18]. Ramalingam, S. ve Baskaran, K. 'Kablosuz Sensör Ağında Rastgele Orman Algoritması ile Hibrit Harris Hawk Optimizasyonu Kullanarak Verimli Bir Veri Tahmin Modeli'. 1 Ocak 2021: 5171 - 5195.
- [19]. Roberts, M.K., Jayabalan, R. A Power- and Area-Efficient Multirate Quasi-Cyclic LDPC Decoder. Devreler Sist Sinyal Süreci 34, 2015-2035 (2015). <https://doi.org/10.1007/s00034-014-9949-4>
- [20]. Roberts, M.K., Anguraj, P. Düşük Yoğunluklu Parite Kontrolü (LDPC) Kodları ve Uygulamaları için Kod Çözme Algoritmalarındaki Son Gelişmelerin Karşılaştırmalı Bir İncelemesi. Arch Computat Methods Eng 28, 2225-2251 (2021). <https://doi.org/10.1007/s11831-020-09466>